



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN
ISOLAT BAKTERI ENDOFIT INDIGENUS UNTUK PENGENDALIAN
PENYAKIT BERCAK BAKTERI (*Xanthomonas axonopodis* pv.
vesicatoria)**

SKRIPSI



**ERNA ROSI
07116029**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN ISOLAT
BAKTERI ENDOFIT INDIGENUS UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT
BERCAK BAKTERI (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*)**

Oleh

**ERNA ROSI
07116029**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

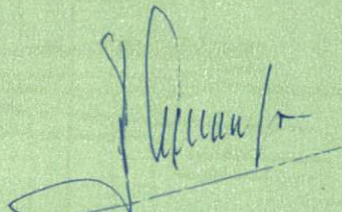
**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN ISOLAT
BAKTERI ENDOFIT INDIGENUS UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT
BERCAK BAKTERI (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*)**

OLEH

**ERNA ROSI
07116029**

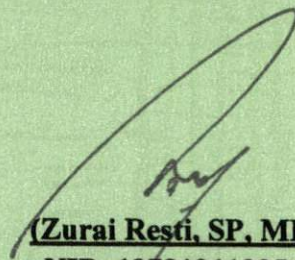
Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



(Prof. Dr. Ir. Trimurti Habazar)
NIP: 195108251978022001

Dosen Pembimbing II



(Zurai Resti, SP, MP)
NIP: 19731211995121001

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



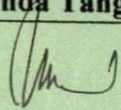
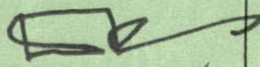

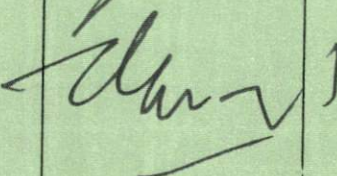

(Prof. Ir. Ardi, MSc.)
NIP. 195312161980031004

**Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan**



(Dr. Jumsu Trisno, SP, Msi)
NIP: 196911211995121001

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Sarjana
Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, pada tanggal 04 Mei 2012 .

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1	Ir. Winarto, MS.		Ketua
2	Dr. Ir. Nurbailis, MS.		Sekretaris
3	Dr. Ir. Eri Sulyanti, MSc.		Anggota
4	Dr. Ir. Reflinaldon, MS.		Anggota
5	Ir. Martinius, MS.		Anggota



.....*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain).....*
(Q.S. Al Lam Nasyrah : 6-7)

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT dan Salawat atas Nabi besar Muhamad SAW... Kupersembahkan karya kecil ini kepada kedua orangtuaku tercinta ayahanda Emsori dan Ibunda Yumayeti walaupun karya ini tak sebanding dengan apa yang ananda terima dari perjuangan dan usaha ayah dan bunda, yang harus banting tulang demi kebahagiaan anak-anaknya... dan juga terimakasih ananda ucapkan atas kesabaran, kasih sayang yang tiada henti dan do'a dari ayah dan bunda sehingga hari ini tanggal 4 Mei 2012 adalah hari bahagia bagi kita. Walaupun ini bukan akhir dari segala perjuangan. Semoga ananda dapat membalas pengorbanan ayah dan bunda dikemudian hari, bahagia itu pasti akan datang. Amin.....!

Makasih juga buat keluarga besar ku mak dang H. Siwarni, uni linda, kak ayang, uni eno dan mak entol....makasih atas semua bantuan dan do'anya. Akhirnya nte ici jadi sarjana...

Makasih buat adik2 ku tersayang Sasri Wahyuni (Buktikan kalau ni cat bisa, semangaaaaattt), Ariful Fikri (rajin2 sekolah ki, jangan suka bolos, roda pasti berputar) dan adek bungsu ku Zakiah Tissalama (rajin belajar, bersakit2 dahulu bersenang2 kemudian, sabar na insyaallah keadaan akan berubah menjadi lebih baik, yakin kalau kita tuk selamanya susah, kerja keras dan do'a akan bisa merubah kita jadi lebih baik, amiiiiinn). Yakinlah kita pasti bisa merubah keadaan. Ni ci sayang kalian, ni ci akan selalu ada untuk kalian. Untuk para kurcaci cilik ku Syaiba Rahman (rajin2 belajar ya sayang, biar bisa jadi dokter), Roben Enteno (Jangan Nakal ben, sayang sama adek), Raki Enteno si nakal tapi bijak yang selalu ngangenin tante (maimbau2 ante taragak jo kampuang) dan Luvena Putri (rajin2 makan biar cepat gede' dan di sayang mama) kalian adalah sumber inspirasi tante dan sekaligus penghibur tante disaat tante sedih, kalian telah menghiasi hari2 tante. Dan buat adek ku Juliana (rajin2 belajar yan, kan mau jadi insinyur), Ziko koznandi putra (kuliah dulu nto baru jadi pemain bola).

Untuk kedua pembimbingku ibu Prof. Dr. Ir. Trimurti habazar (makasih atas bimbingan dan nasehatnya bu), dan ibu Zurai Resti SP, MP (makasih atas bimbingan dan kekeluargaannya bu, maaf bu oci belum bisa berikan yang terbaik buat ibu, oci sayang ibu), dan buat dosen pengujiku makasih ya pak, bu...akhirnya oci jadi sarjana. Dan makasih juga buat bapak Dr. Ir. Munzir Busmiah, MSi (makasih atas nasehat, semangat dan kekeluargaannya pak, oci banyak belajar arti hidup dari bapak, oci akan mencapai mimpi2 indah itu pak).

Special thanks to ibunda Dr. Yulmira Yanti, SSI, MP yang telah menjadi mama dan ka2k buat oci. makasih atas semuanya bu, makasih atas bantuan, nasehat2, semangat dan dorongan yang telah ibu berikan kepada oci (ndak bisa oci manyabuikan nyo disiko sadonyo do bu, yang jaleh oci sayang IBU), oci pengen sukses seperti ibu. Ibu motivator bagi oci, banyak pengalaman yang oci dapatkan dari ibu. Oci akan berusaha jadi yang terbaik bu. Oci insyaallah akan membalas semua yang telah ibu berikan kepada oci. Semoga Allah membalas semua kebaikan ibu.amin.....

Buat keluarga besar HPT.....

Kak icha (makasih atas semuanya kak, kak2 terbaik yang pernah oci temui), bg abu (makasih atas nasehat n motivasinya bg, walaupun sering buat keonaran di Lab.hehehehe), amak SP (makasih mak,,,amak baik dech, moga dapek jodoh yang baik), Ria SP (makasih atas semuanya ya, maaf oci selalu merepotkan), Cudeh SP (makasih Beibh,,kalau indak dek Qm, mungkin ndk k jadi oci sarjana), Nora SP (makasih semuanya nay, aku selalu marengkek k Qm), mbak erni kunkun (Teman se PA ku yang baik hati dan tidak sombong, bilo2 wak lalok bareng baliak mbak), Yogna (makasih atas semuanya), Puji SP (Qm ternyata asyik juga orangnnya,wkwkwkwkwkwk), Cai (makasih lah jadi kawan nar, elok,,walaupun acok mambuek sakik hati, moga capek kayo), sopi ₪_₪ (makasih pi,,, tetap jadi yang terbaik), Buya (makasih lah menjadi uda yang baik buy,tetap semangat buy), Leek (makasih ya sob,aq selalu merepotkan mu, walaupun qt beda, aq tak akan pernah lupa sama qm, Aq suka gaya mu sob, ntar kalau ada peperangan antar agama aq akan anggap qm sebagai sahabat aq), Didi SP (tetap rajin ibadah di), inel, vivi,wanti, mia SP, Rahil SP, Intan SP, Jhon SP, mas azis (makasih atas kebersamaannya), Jopi SP (tetap lebay jup, I Like it), Toni (Hati mu ternyata baik ton,maaf salah menilai), Ari (Jan lalok juo karajo lai sob, tambah bulek badan tu beko), Fedrik SP (makasih atas dukungan dan motivasinya bg), Teguh SP (Capek lah jadi urang kayo jo'), Angga SP (moga langgeng pak de), Robi (tetap semangat), Beni (makasih ben, daku acok merepotkan dikau), Dini SP (si Batak yang berhati jawa), Dedi SP (Ojek setia waktu KKN di Supayang, makasih om), yuzil (tetap semagat mak), rena (tetap semangat tezh) HPT tetap Ok!!!!!!!!!!!!!!

Makasih buat kakak2 dan abg2 HPT 05, 06 dan adek2 ku Perlinton 08 dan 09 (fajri,abang, aya, imel, gita), aswin (moga lebih dewasa).

Thanks to anak2 kost cimel

Enda (makasih atas semuanya nda, tetap semangat n yakin kalau nda bisa melewati semua ini), Nia, metong, fikirifikiran, ghea, depy, yona, karapai, ninid, dela (Hidup ini tak kan bermakna tanpa kalian), makasih atas kebersamaan dan kekeluargaannya (kita adalah keluarga kecuali QM), kak age (makasih telah jadi kak2 yang baik), kak tiva, kak mela (makasih atas semuanya kak).

Supay family yang selalu di hati.....

Makasih semuanya (KKN lebih terasa dan bermakna karna adanya kalian). Ridho Illahi SE (makasih karna terlalu sering dengerin curhat oci).

BIODATA

Penulis dilahirkan di Gunung Malintang, pada tanggal 28 Oktober 1989 sebagai anak pertama dari empat bersaudara, dari pasangan Emsori dan Yusmayeti. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 22 Batu Kajang Kecamatan Pangkalan Koto Baru (1995 - 2001). Sekolah Menengah Pertama di MTsN Payakumbuh (2001 - 2004). Sekolah Menengah Atas di MAN Koto Baru Padang Panjang, lulus pada tahun 2007. Pada tahun 2007 diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Padang, Mei 2012

Erna Rosi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “**Induksi ketahanan tanaman tomat menggunakan isolat bakteri endofit indigenus untuk pengendalian penyakit bercak bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*)**” dalam mata kuliah pengendalian hayati tumbuhan. Penelitian dilaksanakan dari Agustus–Desember 2011 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Trimurti Habazar dan Ibu Zurai Resti SP. MP selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing, memberi petunjuk, saran dan pengarahan dari penyusunan proposal sampai penyusunan skripsi. Penelitian ini didanai oleh Hibah Kompetensi 2010 “Pengembangan Teknologi Penapisan Rhizobakteria Indigenus Secara in Planta untuk Mengendalikan Bakteri Patogen Tanaman”. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ketua jurusan, sekretaris jurusan, seluruh dosen dan karyawan, serta teman-teman yang telah memberi dorongan, semangat dan bantuan yang berharga selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penghargaan dan rasa hormat penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan adik-adik yang telah memberi semangat, dorongan dan do’a kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.

Harapan penulis semoga skripsi ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu pertanian khususnya.

Padang, Mei 2012

E. R

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penyakit Bercak Bakteri Pada Tanaman Tomat	4
2.2. Bakteri Endofit	6
III. BAHAN DAN METODE	9
3.1. Tempat dan Waktu	9
3.2. Bahan dan Alat	9
3.3. Metode Penelitian	9
3.4. Pelaksanaan Penelitian	10
3.5. Pengamatan	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Hasil	20
4.2. Pembahasan	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Skala serangan penyakit bercak bakteri pada tanaman tomat	17
2. Kriteria serangan <i>Xav</i> pada daun tomat mengacu pada kriteria serangan <i>Xag</i> pada daun tanaman kedelai.....	18
3. Masa inkubasi <i>Xav</i> yang pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus	20
4. Persentase daun terserang <i>Xav</i> yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (66 hsi)	21
5. Intensitas daun terserang <i>Xav</i> pada tanaman tomat yang diintroduksikan dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (66 hsi)	23
6. Persentase daya muncul lapang benih tomat yang diintroduksikan dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (14 hst).....	24
7. Tinggi tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst)	25
8. Jumlah daun tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst).....	26
9. Saat muncul bunga pertama tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus.....	27
10. Berat buah tanaman yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst)	28

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Gejala dan bentuk koloni isolat <i>Xav</i>	11
2. Sifat fisiologis <i>Xav</i>	13
3. Biakan bakteri endofit indigenus.....	14
4. Gejala penyakit bercak bakteri pada daun tomat (40 hsi).....	21
5. Perkembangan persentase daun tomat yang terserang <i>Xav</i> (66 hsi).....	22
6. Perkembangan intensitas daun tomat yang terserang <i>Xav</i> (66 hsi).....	24
7. Tinggi tanaman tomat (44 hst).....	26

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal pelaksanaan penelitian	38
2. Identitas solat bakteri endofit indigenus	39
3. Denah penelitian.....	41
4. Deskripsi tomat varietas Martha	42
5. Sidik ragam masing-masing pengamatan.....	43
6. Rekapitulasi isolat terbaik berdasarkan rata-rata efektivitas.....	45
7. Grafik pertumbuhan tanaman tomat	46
8. Komposisi media yang digunakan	47
9. Komposisi larutan McFarland	48

**Induksi Ketahanan Tanaman Tomat Menggunakan Isolat Bakteri Endofit
Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Bercak Bakteri
(*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*)**

ABSTRAK

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari Agustus sampai November 2011. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan isolat bakteri endofit indigenus yang mampu mengendalikan penyakit *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap dengan 10 perlakuan dan 5 ulangan yang terdiri dari isolat rizobakteria endofit indigenus (AgE 3.3.1, AgE 3.2.2, AgE 3.4.2, TdE 1.1.1, TdE 2.1.2, TdE 1.3.2, TpE 2.3.1, TpE 2.3.2, TpE 2.4.1, TpE 2.4.2) dan kontrol. Peubah yang diamati adalah Perkembangan penyakit Bercak Bakteri (masa inkubasi penyakit Bercak Bakteri, persentase daun terserang *Xav*, intensitas daun terserang *Xav*), pertumbuhan tanaman tomat (daya muncul lapang, tinggi tanaman, jumlah daun, muncul bunga dan berat buah).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan serangan *Xav* dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Isolat TpE 2.3.1, AgE 3.4.2, dan TpE 2.3.2 adalah isolat yang mampu menekan serangan *Xav* dengan efektivitas 42,11%, 30,42 dan 27,29%. Sedangkan isolat TdE 1.3.2 adalah isolat yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dengan rata-rata efektivitas peningkatan 20,25%.

**INDUCTION DEFENSE PLANTS TOMATO USING ISOLATED
BACTERIA ENDOFIT INDIGENUS FOR CONTROL DISEASE BACTERI
Xanthomonas axonopodis pv. *vesicatoria***

ABSTRACT

The research was conducted at Microbiology Laboratory of Pest and Plant Disease Department, Faculty of Agriculture, Andalas University Padang in August to December 2011. The objective of the research is to acquire the isolate of indigenous endofit bacteria which can control the *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* disease, to increase the growth and the production of tomato plant.

The research was arranged based on complete random design with 10 ways of treating 5 repetitions which consist of isolate rizobacteria endofit indigenus (AgE 3.3.1, AgE 3.2.2, AgE 3.4.2, TdE 1.1.1, TdE 2.1.2, TdE 1.3.2, TpE 2.3.1, TpE 2.3.2, TpE 2.4.1, TpE 2.4.2) and control. The observed transformations are the developing of Bacterial spot disease (incubation period of Bacterial spot, percentage of Xav contaminated leaf, intensity of Xav contaminated leaf), the growth of tomato plant (the power of spacious arise), plant height, number of leaf, the appearance of flower and tomato weight).

The result of the research shows that isolate of endofit indigenus bacteria can push the bout from Xav and can increase the growth and the production of tomato plant. Isolate TpE 2.3.1, AgE 3.4.2, and TpE 2.3.2 are the isolates which can push the Xav bout with the effectiveness of 42,11%, 30,42, and 27,29%. Whereas isolate TdE 1.3.2 are the isolates which can increase the growth of tomato plant with the raising of effectiveness average are 20,25%.

I. PENDAHULUAN

Tanaman tomat sudah dikenal orang sejak dahulu. Peranannya yang penting dalam pemenuhan gizi masyarakat sudah sejak lama diketahui (Tugiyono, 2002). Tomat tergolong sayuran multi fungsi yang digunakan terutama untuk bumbu masakan sehari-hari, bahan baku industri saus tomat, dimakan segar dan diawetkan di dalam kaleng. Pengembangan budidaya tanaman tomat di Indonesia telah mendapat perhatian sejak tahun 1961 (Rukmana, 1994). Produktivitas tomat di Sumatera Barat belfluktuasi, pada tahun 2000 sebanyak 6,97 ton/ha, pada tahun 2001 menurun sampai 4,59 ton/ha, kemudian tahun 2006-2010 terjadi peningkatan dari 16,66 ton/ha sampai 24,79 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2010). Produktivitas tomat di Sumatera Barat tersebut masih di bawah optimal (56,61 ton/ha) (National bank for agriculture, 2007).

Salah satu penyebab penyakit diantaranya penyakit bercak bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (selanjutnya disingkat *Xav*) (Pudjiatmoko, 2008). Penyakit ini dapat mengurangi produksi secara komersial pada tanaman tomat di seluruh dunia pada daerah dengan kelembaban dan curah hujan yang tinggi. Patogen ini dapat bertahan dari satu musim tanam ke musim tanam berikutnya terutama pada benih dan mampu bertahan pada tanah. Penyakit bercak bakteri tergolong penting karena bakteri ini dapat menyerang daun, ranting, dan buah tomat, sehingga menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman dan produksi serta kualitas buah tomat (Doolittle *et al*, 1978). Intensitas serangan penyakit ini di Sumatera Barat berkisar antara 23,2 % - 63,2 % (Amrin, 1998).

Sampai saat ini usaha pengendalian penyakit ini sudah banyak dilakukan, seperti penggunaan varietas tahan yang baru dilakukan di luar negeri, sedangkan di Indonesia belum ditemukan adanya varietas yang tahan, kultur teknis dengan rotasi tanaman, tetapi hasilnya belum optimal. Pengendalian secara kimia dengan menggunakan bakterisida yang mengandung tembaga (Cu), seperti Maneb, Mancozeb dan antibiotika seperti *Streptomycin* juga telah dipergunakan secara terbatas, namun harganya mahal tidak terjangkau oleh petani (Mc. Carter, 1992).

Alternatif pengendalian yang lebih aman adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen biokontrol. Salah satu komponen utama dalam program Pengelolaan hama terpadu adalah pengendalian hayati. Pengendalian hayati tanaman antara lain melalui sistem pertahanan tanaman, atau penggunaan organisme antagonis terhadap patogen atau menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen (Habazar dan Yaherwandi, 2006). Salah satu kelompok mikroorganisme yang punya potensi untuk menginduksi ketahanan tanaman adalah rizobakteria pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, PGPR), seperti *Bacillus* sp., *Serratia*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Pseudomonas fluorescens*. Induksi ketahanan yang disebabkan oleh mikroorganisme ini ada yang bersifat lokal ada pula yang bersifat sistemis. Induksi ketahanan sistemis (*Induced systemic resistance*, ISR) dapat terjadi bila PGPR diaplikasi pada benih atau bibit (Habazar, 2005). Menurut Tuzun dan Kuc (1991) ketahanan tanaman dapat terinduksi dengan mengisolasi agens penginduksi sehingga dapat melindungi tanaman dari serangan patogen dan mekanisme ini dikenal dengan imunisasi.

Mekanisme pertahanan tanaman yang dipicu oleh agens hayati jika terjadi sebelum diinfeksi oleh patogen, maka keparahan serangan penyakit akan menurun (Widodo, 2006). Seperti yang didapatkan pada hasil penelitian (Habazar, Nasrun, Jamsari, dan Rusli, 2008) di rumah kaca menunjukkan bahwa 10 isolat bakteri rizosfer yang di introduksi melalui benih mampu menekan penyakit Hawar daun bakteri pada tanaman bawang merah. Kemudian isolat tersebut diuji lebih lanjut di daerah endemik (Alahan Panjang), ternyata isolat JBSK 1-2 tergolong stabil dalam menekan perkembangan penyakit Hawar daun bakteri (Hafizah, 2009).

Pengendalian hayati terhadap patogen tanaman melibatkan mikroba antagonis atau agensia pengendali hayati, antara lain kelompok *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) atau rizobakteria pemacu pertumbuhan tanaman (Habazar dan Rivai, 2004). Keberadaan rizobakteria pada perakaran tanaman dapat dikelompokkan berdasarkan tempat kolonisasinya, yaitu berada dalam kompleks rizoplan, di permukaan akar, rizosfir berada di daerah perakaran, endofit berada di dalam jaringan akar. Rizobakteria endofit adalah bakteri yang hidup didalam jaringan tanaman

(xylem dan floem), daun, akar dan batang. Keunggulan bakteri endofit sebagai agens pengendalian hayati yaitu mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi, menghasilkan hormon pertumbuhan, dan mengendalikan penyakit tumbuhan (Kloepper *et al*, 1992), menginduksi ketahanan tanaman (Hallmann, 2001). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman kopi untuk mengendalikan penyakit karat pada daun kopi yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix*, (Shiomi, Melo, Nunes, Bettiol, 2006), penyakit hawar bakteri pada kapas yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (Xam) (Rajendran, Saravanakumar, Ragunchaner dan Samiyappan, 2006). Serta menekan perkembangan penyakit dan perkembangbiakan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne spp*) pada tanaman tomat (Khamariah, 2010) dan dapat memacu pertumbuhan dan hasil tanaman yaitu introduksi rizobakteria endofit isolat JT₁SKTE₂, JT₂SKTE, Jayman₁E₁ dan Wiyono₁E₃ pada benih bawang merah lebih mampu memacu pertumbuhan dan hasil bawang merah (Osra, 2009). Pada penelitian ini isolat yang digunakan berasal dari Kecamatan Danau Kembar Kabupaten Solok. Dari hasil penapisan yang telah dilakukan pada fase pembibitan di rumah kawat didapatkan 10 isolat terbaik yang mampu memacu pertumbuhan tanaman tomat dari 24 isolat yang ada. Hasil penelitian Habazar *et al*, (2010) menunjukkan bahwa bakteri endofit dapat memacu pertumbuhan tanaman tomat tapi belum ada informasi lebih lanjut terhadap kemampuan bakteri ini dalam mengendalikan penyakit bercak bakteri.

Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan penelitian yang berjudul **“Induksi Ketahanan Tanaman Tomat Menggunakan Isolat Bakteri Endofit Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Bercak Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*)**. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit indigenus yang mampu mengendalikan *Xav*, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Bercak Bakteri Pada Tanaman Tomat

Penyakit ini pertama kali ditemukan di Florida pada tahun 1952, selanjutnya tersebar luas dan menyerang tanaman tomat dan cabai di berbagai tempat di dunia. Penyakit ini telah menyebar ke Amerika Bagian Tengah, Amerika Timur dan Amerika Selatan bahkan Afrika hingga Asia (EPPO, 2003). Penyakit bercak bakteri (*Bacterial spot*) disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye, merupakan penyakit penting pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dan cabai (*Capsicum annum* L.). Di Indonesia, penyakit ini dilaporkan di Lampung Selatan dan Lampung Tengah (Semangun, 1994). Di Sumatera Barat, penyakit ini dilaporkan di Tanjung Alam, Koto Tangah, Kampung Sabalah, Kampuang parik, Koto Panjang, dan Kuranji (Amrin, 1998).

Xanthomonas axonopodis pv. *vesicatoria* (Xav) termasuk divisi Gracilicutes, kelas Proteobacteria, atribut Nonphotosynthetic, famili Pseudomonadaceae dan genus *Xanthomonas* (Goto, 1992). Berdasarkan virulensinya pada tanaman tomat atau cabai, terdapat tiga grup bakteri, yaitu Xav, grup pertama termasuk: Tomato group (Xav.T), hanya virulen pada tomat, grup kedua (Pepper group (Xav.P), hanya virulen pada cabai, serta group yang ketiga "Pepper-Tomato group (Xav.P.T)", virulen pada cabai dan tomat (Buonauria, Stravato dan scortichini).

Sifat fisiologis Xav antara lain adalah Gram negatif (EPPO, 2003). Bentuk koloni Xav pada medium *Nutrient Agar* (NA) berbentuk bulat, berwarna kuning (Irey and Stall, 1982), sedangkan pada medium *Nutrient Glukosa Agar* (NGA) dan *Yeast Dectrose Agar* (YDC) membentuk lendir (*Mucoid*), cembung dan mengkilat. Pada media yang mengandung glukosa bakteri ini menghasilkan sejumlah besar polisakaria ekstraseluler berupa gum xhantan (Pusat Karantina Pertanian, 1993), pinggiran koloni rata, diameter koloni antara 2-10 mm (Swings, Vanterin dan Kersters, 1993).

Gejala bercak bakteri (*bacterial spot*) yang disebabkan oleh Xav dapat terlihat pada daun dan buah (Semangun, 1994), tangkai daun, batang dan bunga (Agrios,

2005). Pada daun gejalanya dimulai dengan terjadinya bercak kecil gelap (Semangun, 1994), diameternya lebih kurang 2 mm, bentuknya tidak teratur (ireguler), pada pusat bercak berwarna coklat dan dikelilingi oleh halo yang berwarna kuning dan sempit (Agrios, 2005), permukaan bercak seperti berminyak bila dilihat dari bagian bawah daun, daun dapat menjadi klorosis terutama pada bagian disekitar bercak (Stall, 1993). Serangan berat dapat menyebabkan gugurya daun (Agrios, 2005).

Pada batang dan buah bercak berbentuk bulat dengan diameter 1-5 mm (Stall, 1993), bercak kebasah-basahan dan dapat membesar dengan cepat, berwarna coklat muda, sedikit melekok dan tampak seperti berkudis (Semangun, 1989). Pada buah, bercak dikelilingi halo berwarna putih, dan epidermis buah disekitar bercak berlekuk keluar. Serangan pada bunga dapat mengakibatkan bunga layu dan gugur (Agrios, 2005). Pada buah yang masih hijau terjadi bercak kecil kebasah-basahan. Bercak kemudian membesar dengan pusatnya berwarna coklat muda, sedikit melekok dan tampak seperti berkudis (Semangun 1994), bercak memiliki diameter berkisar 3 - 6 mm, yang dikelilingi oleh halo berwarna putih dan epidermis buah disekitar gejala akan berlekuk keluar serangan pada bunga akan mengakibatkan bunga layu dan kemudian gugur (Agrios, 2005).

Penyebaran penyakit ini dapat dapat melalui angin, tanah, benih, sisa panen dan tanaman inang lainnya yang termasuk famili Solanaceae, dimana *Xav* mampu bertahan didalamnya sebagai epifit (Butter, Noel, Thieme, dan Bonas, 2003). Penyebaran yang terjadi melalui benih karena *Xav* mempunyai sifat tular benih (*seed borne*), dimana bakteri bertahan dalam benih dalam keadaan dormansi dan baru setelah biji berkecambah baru bakteri tersebut mengadakan pertumbuhan, perkembangan aktif dan kemudian melakukan infeksi pada tanaman (Mardinus, 1996). Keberadaan bakteri patogen di dalam benih diduga berkaitan dengan kemampuan beberapa jenis bakteri patogen tersebut untuk dapat hidup didalam jaringan yang terinfeksi (Persada, 2001). Serangan pada bibit dipersemaian akan menyebabkan perkecambahan bibit menjadi jelek dan lemah (Agrios, 1988). Dari hasil penelitian Persada (2001), bibit yang terserang *Xav* juga dapat menimbulkan

gejala rengkahan. Penyebaran pada pemangkasan dan penanaman (Pohronezky, Moss, Dauker and Shenk, 1990 cit. Stall, 1993).

2.2 Bakteri Endofit

Mikroorganisme disebut sebagai endofit jika berada dalam tubuh tumbuhan setidaknya satu bagian dari siklus hidupnya, sehingga mikroorganisme ini tidak hanya numpang lewat atau menyebabkan penyakit (patogen). Fisiologi tumbuhan tinggi termasuk yang berasal dari spesies yang sama akan beda di lingkungan yang berbeda. Karena itu keanekaragaman bakteri endofit sangatlah tinggi. Berdasarkan pertimbangan tersebut endofit dapat menjadi sumber berbagai metabolit sekunder baru yang berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang medis, pertanian, dan industri. Bakteri endofit memiliki banyak manfaat diantaranya dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memproduksi fitohormon, meningkatkan produksi penyerapan mineral, fiksasi Nitrogen, mengurangi kerusakan akibat perubahan cuaca dan meningkatkan ketahanan tanaman dari penyakit (Zinniel *et al.*, 2002).

Bakteri endofit merupakan sumber keanekaragaman genetik yang kaya dan dapat diandalkan, dengan berbagai jenis yang belum dideskripsikan (Prasetyoputri & Ines, 2006). Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman bagian dalam yaitu daun, akar dan batang (Nawangsih, 2007). Mikroba ini bersimbiosis, saling menguntungkan. Dalam hal ini bakteri endofit mendapat nutrisi dari hasil metabolisme tanaman sedangkan tanaman mendapatkan derivat nutrisi dan senyawa aktif yang diperlukan selama hidupnya. Sejumlah bakteri endofit diketahui memiliki potensi yang nyata dalam menambat N_2 udara (diazotrof) dan menghasilkan zat pemacu tumbuh IAA (Susilowati, 2003).

Bakteri diazotrof endofit yang hidup dalam jaringan tanaman, dapat mengeksploitasi substrat karbon yang disuplai oleh tanaman tanpa berkompetisi dengan mikroba lain (Saraswati dan Sumarno, 2008). Bakteri ini berlokasi dalam jaringan akar atau berada pada jaringan yang kompak, seperti buku batang dan pembuluh xylem (James *et al.*, 1997). Suatu penelitian lain menunjukkan lokasi bakteri endofit dalam sel parenkim dan elemen sel xylem dari akar gula beet dan dalam xylem tanaman alfafa sehat. Ini menunjukkan beberapa bakteri endofit

memiliki tempat spesifik dalam jaringan mengkolonisasi dari patogen vascular (Chen *et al.*, 1995).

Bakteri endofit memiliki asosiasi mendalam dan alami dengan tanaman. Jaringan secara relatif memberikan lingkungan yang aman dan seragam dibanding rizosfer dan rizoplan. Populasi yang diintroduksi harus mengalami fluktuasi temperatur dan penguapan seperti radiasi ultraviolet pada permukaan (Chen *et al.*, 1995). Dari fakta itulah, bakteri endofit memiliki potensial sebagai agens biokontrol.

Studi molekuler terbaru tentang bakteri endofit memperlihatkan keanekaragaman yang sangat besar dari spesies ini. Beberapa endofit terdapat dalam benih, tetapi lainnya, ada yang melalui proses kolonisasi pada tanaman. Bakteri ini dapat mengeluarkan senyawa protein untuk mempermudah dalam proses kolonisasi. Ekspresi gen tumbuhan menunjukkan bahwa, tumbuhan menyediakan tanda khusus untuk dapat dipengaruhi oleh bakteri endofit. Beberapa spesies bakteri dari genus *Aerobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Klebsiella* diketahui memiliki potensi dalam memfiksasi N₂ dan menghasilkan Hormon IAA (Rosenblueth dan Martinez - Romero, 2008). Hasil analisa menunjukkan bahwa bakteri *Enterobacter cloacae* memiliki potensi dalam menghasilkan hormon IAA dan bakteri *Gluconacetobacter diazotrophicus* dapat meningkatkan fiksasi nitrogen pada tanaman tebu.

Dalam pengendalian penyakit tumbuhan, bakteri endofit telah dilaporkan dapat mengendalikan penyakit darah pada pisang yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* (Nawangsih, 2007), busuk akar dan polong pada kacang tanah yang disebabkan oleh *Aspergillus niger* Vantighn dan *Fusarium oxysporum* (Ziedan, 2006), penyakit karat kopi yang disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (Xam) (Rajendran, 2006), penyakit karat pada daun kopi yang disebabkan oleh *Hemilea vastatrix* (Shiomi *et al.*, 2006),

Bakteri endofit yang diperoleh dari tanaman dapat menjadi produk alternatif yang ramah lingkungan karena pertanian modern saat ini sangat bergantung pada penggunaan bahan-bahan kimia diantaranya pupuk sintetis, fungisida dan pestisida. Bahan-bahan kimia tersebut baik disadari maupun tidak telah mengakibatkan tekanan pada lingkungan. Kesadaran akan dampak negatif dari penggunaan bahan-bahan

kimia tersebut, didukung dengan adanya perkembangan di bidang bioteknologi, telah mendorong berkembangnya produk-produk alternatif yang ramah lingkungan termasuk didalamnya produk bakteri penghasil senyawa-senyawa yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman di masa mendatang. Bakteri yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara tidak langsung memproduksi senyawa antagonis berupa siderofor atau menginduksi sistem pertahanan tanaman terhadap patogen (Diniyah, 2010). Bakteri endofit juga dapat berperan sebagai PGPR dengan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA (*Indole Acetic Acid*) dan menyediakan nutrisi tertentu bagi tanaman (Supramana, Supriadi dan Harni, 2007).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Limau Manis Padang dari bulan Agustus sampai Desember 2011 (Lampiran 1).

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat varietas Martha, polybag, isolat bakteri endofit, alkohol 70%, akuades steril, *aluminium foil*, kertas saring, media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Glucose Agar* (NGA), pupuk kandang, tanah steril, plastik *wrapping*, tisu, lampu spritus, *aluminium foil*, kertas label, kantung plastik transparan, dan McFarland skala 8.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, gelas piala, gelas ukur, labu *erlenmeyer*, kaca objek, batang pengaduk, oven, lampu bunsen, tabung reaksi, jarum ose, pipet tetes, timbangan digital, botol Schott, pipet mikro, *Laminar air flow*, *shaker*, *cutter*, gunting, mistar, *vortex*, mikroskop, autoklaf, ruang isolasi, rak tabung reaksi, lumpang porselen, *micro tube*, kompor listrik, cangkul kecil, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 10 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah introduksi isolat bakteri endofit (dapat dilihat pada lampiran 2) koleksi Habazar *et al.*, (2010) pada tanaman tomat sebagai berikut:

- A = isolat TdE 1.3.2 (Taluak dalam, Kec. Danau Kembar)
- B = isolat TdE 2.1.2 (Taluak dalam, Kec. Danau Kembar)
- C = isolat AgE 3.3.1 (Aka gadang, Kec. Danau Kembar)
- D = isolat TdE 1.1.1 (Taluak dalam, Kec. Danau Kembar)
- E = isolat TpE 2.4.2 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)



F = isolat TpE 2.4.1 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)

G = isolat TpE 2.3.1 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)

H = isolat AgE 3.2.2 (Aka gadang, Kec. Danau Kembar)

I = isolat TpE 2.3.2 (Taratak pauah, Kec. Danau Kembar)

J = isolat AgE 3.4.2 (Aka gadang, Kec. Danau Kembar)

K = kontrol – (hanya diinokulasikan *Xav*)

L = kontrol + (tanpa bakteri endofit dan *Xav*)

Tiap perlakuan diulang 5 kali sehingga terdapat 60 unit percobaan (Lampiran 3). Kontrol Positif digunakan untuk membandingkan pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman tomat, sedangkan kontrol negatif digunakan untuk membandingkan perkembangan penyakit bercak bakteri. Data dianalisis secara sidik ragam, jika berbeda nyata dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

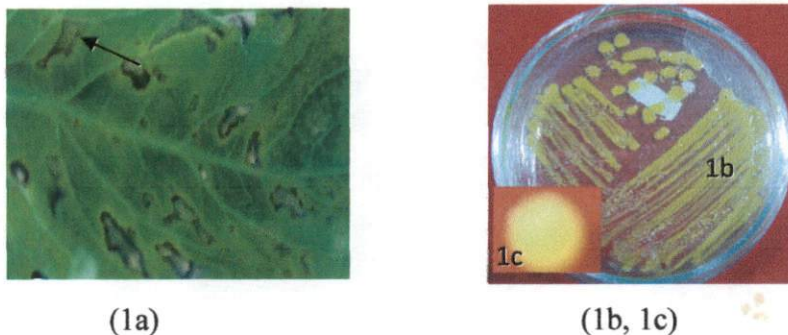
3.4 Pelaksanaan

3.4.1. Identifikasi *Xav*

3.4.1.1 Isolasi Bakteri *Xav*

Sumber inokulum *Xav* diisolasi dari tanaman tomat yang bergejala bercak bakteri yang diperoleh dari daerah sentral tanaman tomat dan daerah endemik penyakit bercak bakteri di Kecamatan Danau Kembar Kabupaten Solok (Gambar 1a). Daun yang bergejala diisolasi menurut metode Klement *et al* (1990), dengan memotong bagian daun yang bergejala sebesar 1 cm² sebanyak 5 potong. Kemudian dilakukan sterilisasi permukaan dengan alkohol 70 % dan dibilas dengan aquades steril. Potongan daun tomat tersebut dihancurkan dengan menggunakan lumpang porselin dan ditambahkan 9 ml akuades steril, dan dilakukan pengenceran seri sampai 10⁻⁶. Kemudian 0,1 ml suspensi dari pengenceran (10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶) dipindahkan kedalam medium NGA dan diinkubasi selama 5x24 jam. Koloni *Xav* berwarna kuning, cembung, bulat dan permukaannya berlendir (Gambar 1c) dipindahkan

dengan cara metode gores pada médium NGA dan diinkubasi 5x24 jam (Gambar 1b). Selanjutnya *Xav* disimpan dengan akuades steril dalam *microtube* volume 2 ml.



Gambar 1. Gejala dan bentuk koloni isolat *Xav* (a). Sumber inokulum *Xav*, (b). Koloni dalam medium NGA (metode gores), (c). Bentuk koloni tunggal *Xav*.

3.4.1.2 Morfologi *Xav*

Karakter morfologi *Xav* umur 5 x 24 jam diamati pada medium NGA, variabel yang diamati berupa warna koloni, bentuk koloni dan permukaan koloni. Koloni *Xav* berwarna kuning, cembung dan berlendir (Gambar 1c).

3.4.1.3 Uji Fisiologis *Xav*

a. Uji Pigmen Xanthomonadin

Pengujian xanthomonadin bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut menghasilkan pigmen Xanthomonadin pada medium NGA. Koloni tunggal bakteri *Xav* pada medium NGA dari hasil isolasi, dimurnikan dengan metode gores ke medium NGA padat, kemudian diinkubasi 5 x 24 jam, apabila koloni yang tumbuh berwarna kuning mengkilat dan permukaan serta bagian pinggirnya berlendir, berarti bakteri tersebut menghasilkan pigmen Xanthomonadin (Schaad, 1988). Bakteri *Xav* menghasilkan pigmen Xanthomonadin (Gambar 1b).

b. Uji Gram

Uji Gram ini bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri termasuk Gram positif atau Gram negatif. Pengujiannya menggunakan metoda Schaad yaitu dengan cara larutan KOH 3 % ditetaskan di atas kaca objek kemudian diambil biakan bakteri yang berumur 5 hari dengan jarum ose lalu dicampurkan. Apabila terjadi penggumpalan

maka bakteri tersebut bersifat Gram negatif dan apabila tidak menggumpal maka bakteri tersebut bersifat Gram positif (Klement *et al*, 1990). Bakteri *Xav* termasuk Gram negatif (Gambar 2a).

c. Uji Pektinase

Pengujian bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut menghasilkan enzim pektinase atau tidak. Umbi kentang dipotong $1 \times 1 \text{ cm}^2$, disterilkan permukaannya dengan akuades, kemudian direndam dengan alkohol 70 %, dan dicuci dengan akuades. Potongan umbi kentang diletakkan ke dalam cawan petri plastik yang berisi kertas saring lembab dan diolesi satu ose bakteri *Xav* kemudian diinkubasi 3 x 24 jam, apabila umbi kentang berwarna kuning kecoklatan dan akhirnya berwarna hitam maka bakteri tersebut menghasilkan enzim pektinase (Schaad, 1988). *Xav* merupakan bakteri penghasil enzim pektinase, yang ditunjukkan oleh perubahan warna potongan kentang menjadi kuning kecoklatan dan akhirnya berwarna hitam (Gambar 2b).

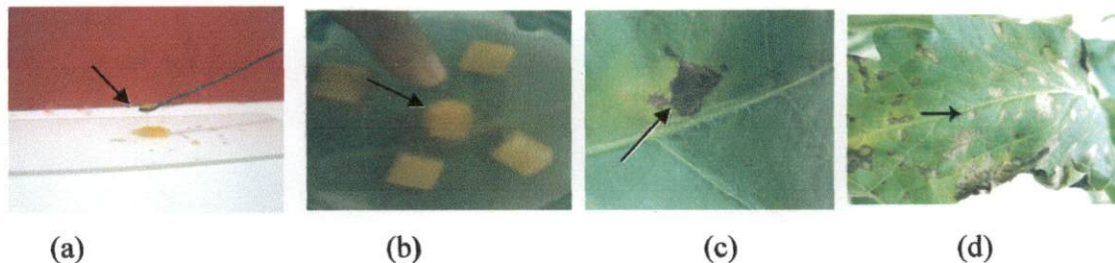
d. Uji Hipersensitif

Reaksi hipersensitif bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri yang tergolong patogen. Uji ini menggunakan tanaman tembakau, suspensi bakteri *Xav* (10^8 sel/ml) diinfiltrasi secara interselluler pada jaringan permukaan bawah daun sampai jenuh. Reaksi spesifik dari HR ini ditandai dengan munculnya bagian yang nekrotik dalam waktu 2x24 jam setelah inokulasi (Klement *et al*, 1990). Uji ini menimbulkan gejala nekrotik 2 hari setelah inokulasi (Gambar 2c).

e. Uji patogenesitas *Xav*

Uji patogenisitas bertujuan untuk melihat gejala penyakit pada tanaman inang. Untuk itu digunakan tanaman tomat varietas Martha. Tanaman tomat yang digunakan adalah tanaman yang sehat. Tanaman diinokulasikan pada daun dengan cara menusuk-nusuk bagian permukaan bawah daun dengan menggunakan jarum pentul, selanjutnya daun tersebut diolesi dengan suspensi bakteri *Xav* (10^6 sel/ml) dengan kapas. Setelah itu, daun disungkup dengan plastik bening kemudian diinkubasi 5-7 hari. Apabila pada bagian yang diinokulasi muncul *water soaking* dalam waktu 7 hari pada daun tomat yang diinokulasi maka *Xav* bersifat patogen terhadap tanaman tomat

(Hamzah, 1993). Uji ini menimbulkan gejala *water soaking* 3 hari setelah inoculasi *Xav* (Gambar 2d).



Gambar 2. Sifat fisiologis *Xav* (a). Uji Gram, (b). Uji pektinase, (c) Uji hipersensitif, (d). Uji patogenisitas.

3.4.2. Introduksi Isolat Bakteri Endofit pada Bibit dan Penanaman

3.4.2.1 Penyiapan Lokasi Tanam

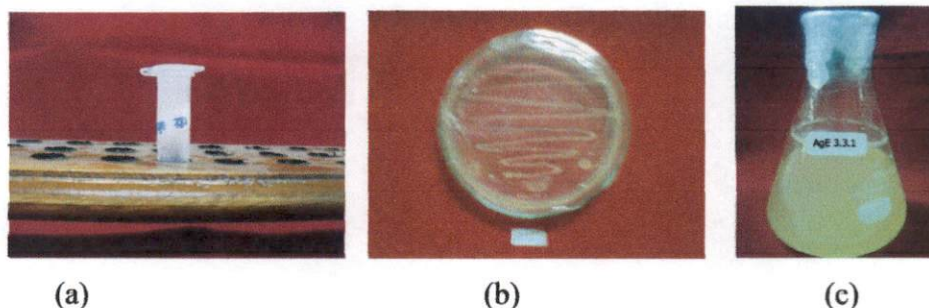
Ruang lokasi tanaman di sungkup dengan kain sifon pada bagian sisinya dan bagian atasnya dengan plastik kaca. Pada bagian sisi depan dari ruangan diberi pintu masuk dengan memasang resleting. Ini bertujuan untuk melindungi tanaman dari serangan organisme pengganggu tanaman yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman terutama vektor virus.

3.4.2.2 Penyiapan Suspensi Isolat Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit berasal dari koleksi Habazar *et al* (2010), yang disimpan dengan media air steril dalam tabung mikro ukuran 2 ml (Gambar 3a), diremajakan dengan metode gores pada cawan petri berisi media NA dan diinkubasi selama 2x24 jam (Gambar 3b). Untuk perbanyak bakteri endofit sesuai yang diperlukan dilakukan dengan cara memindahkan koloni tunggal yang tumbuh dengan metode gores pada medium NA dan diinkubasi selama 2x24 jam. Setelah itu, dituangkan 9 ml aquades ke dalam masing-masing cawan biakan isolat bakteri endofit dan dikikis dengan jarum ose. Suspensi bakteri yang didapat dipindahkan ke dalam tabung reaksi menggunakan pipet tetes, dihomogenkan dengan *vortex*. Kepadatan populasi ditentukan dengan membandingkan kekeruhan suspensi bakteri dengan larutan *McFarland* skala 8 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^8 sel/ml) (Habazar *et*

al, 2007). Populasi dengan kerapatan populasi 10^8 sel/ml digunakan untuk introduksi I melalui perendaman benih.

Untuk introduksi II, bakteri endofit diperbanyak melalui kultur air, isolat bakteri endofit diremajakan dengan cara yang sama dengan introduksi I. Tahapan pelaksanaan dilakukan sebagai berikut; untuk *preculture*, 1 koloni bakteri endofit dimasukkan ke dalam 25 ml medium NB dalam botol kultur (vol. 50 ml) dan diinkubasi pada *Rotary shaker* horizontal selama 1x24 jam dengan kecepatan 150 rpm. Selanjutnya 1 ml hasil *preculture* dipindahkan ke dalam 250 ml NB dalam labu *Erlenmeyer* (vol. 250 ml) untuk *mainculture* dan diinkubasi dengan cara yang sama selama 3x24 jam (Trisno, 2010). Suspensi bakteri endofit dari *mainculture* diencerkan dan ditentukan kerapatan populasinya dengan mengatur kekeruhannya sama dengan *McFarland* skala 8 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^8 sel/ml) (Habazar *et al*, 2007) (Gambar 3c).



Gambar 3. Biakan bakteri endofit indigenus (a). sumber isolat bakteri endofit dalam medium air steril, (b). Koloni bakteri endofit isolat AgE 3.3.1 setelah digores pada medium NA (2 hsi), dan (c). suspensi *mainculture* isolat AgE 3.3.1 dalam media NB (2 hsi).

3.4.2.3 Perlakuan Benih

Benih tomat yang digunakan adalah varietas Martha (deskripsi pada lampiran 4) yang telah diuji daya kecambah dengan metode *Standar Germination Test*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya kecambahnya adalah 92,5%. Selanjutnya benih tomat yang telah disterilisasi permukaannya direndam dengan suspensi isolat bakteri endofit 10^8 sel/ml selama 10 menit, kemudian benih ditanam dalam polibag.

3.4.2.4 Introduksi Isolat Endofit dan Penanaman Bibit Tomat

Introduksi bakteri endofit dilakukan 2 kali. Introduksi I diberikan dengan cara perendaman benih sebelum tanam. Untuk introduksi II, bibit yang telah berumur 21 hari diintroduksi in isolat bakteri endofit 10^8 sel/ml dengan cara disiramkan pada sekitar daerah perakaran tanaman sebanyak 50 ml / tanaman.

3.4.3 Perbanyakan *Xav*

Isolat bakteri *Xav* yang disimpan dalam *microtube* diremajakan dengan metode gores pada cawan Petri berisi medium NGA padat dan diinkubasi 5×24 jam. Koloni tunggal yang tumbuh dipindahkan ke medium NGA padat dan diinkubasi selama 5×24 jam. Setelah didapatkan biakan murni *Xav*, kemudian dituangkan 9 ml aquades steril dan dikikis dengan jarum ose. Suspensi *Xav* dipindahkan ke tabung reaksi dengan menggunakan pipet tetes, lalu dihomogenkan menggunakan *vortex*, kemudian dibandingkan kekeruhannya dengan larutan Mc Farland dengan skala 6 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan 10^6 sel/ml) (Habazar *et al*, 2007).

3.4.4. Inokulasi *Xav*

Inokulasi dilakukan pada tanaman tomat umur 45 hari setelah tanam (hst) dengan metode pelukaan pada daun. Suspensi bakteri diinokulasi pada permukaan bawah daun tomat dengan cara menusuk-nusuk daun tersebut (usahakan agar tidak menembus bagian depan dari daun) sebanyak 5 helai daun yang dimulai dari daun ke 4, 5, 6, 7, dan 8 pada tanaman tomat. Selanjutnya diolesi dengan suspensi *Xav* menggunakan kapas, kemudian tanaman disungkup dengan plastik bening sampai muncul gejala awal (Klement *et al.*, 1990).

3.4.5. Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma, dan pengendalian hama. Penyiraman tanaman tomat dilakukan 1x sehari. Pemupukan pertama dilakukan saat tanam dengan pupuk kandang 5 kg campuran tanah dan pupuk kandang steril 2:1 (v/v) per polybag dan pupuk kimia sintetis pada saat tanaman berumur 21 hari menggunakan NPK dengan dosis 2,5 gr/lubang atau 1 sendok teh, dan jarak dari batang ± 5 cm. Pemupukan selanjutnya dilakukan pada umur 30 hari dengan menggunakan pupuk NPK dengan dosis (3 gr/lubang). Jarak

pemupukan dari batang dibuat makin jauh ± 7 cm (Pujiatmoko, 2008). Penyiangan dan pembubunan juga dilakukan agar pertumbuhan tanaman bisa lebih baik.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Perkembangan Penyakit Bercak Bakteri pada Tanaman Tomat

a. Masa Inkubasi

Masa inkubasi X_{av} setelah diinokulasi diamati setiap hari sampai muncul gejala awal. Gejala awal ditandai dengan munculnya gejala *water soaking* (bercak kebasahan). Efektivitas ditentukan dengan rumus Sivan dan Chet (1986) :

$$E = \frac{P - K}{K} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(\text{rumus 1})$$

keterangan : E = efektivitas
P = perlakuan
K = kontrol

b. Persentase Daun Terserang

Persentase daun terserang setelah diinokulasi X_{av} diamati 1x3 hari dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{a}{b} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(\text{rumus 2})$$

Keterangan : P = persentase daun terserang
a = jumlah daun yang terserang
b = jumlah daun keseluruhan

Untuk menghitung efektivitas pada tanaman tomat dengan menggunakan rumus :

$$E = \frac{K - P}{K} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{rumus})$$

Keterangan: E = efektivitas
P = perlakuan

K = kontrol negatif

c. Intensitas Daun Terserang

Intensitas daun terangan \bar{X}_{av} diamati setelah muncul gejala sampai panen dengan interval waktu 1 x 3 hari setelah inokulasi dengan menggunakan rumus Mc. Kinney. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol negatif dihitung dengan rumus (3).

$$I = \frac{\sum ni \times vi}{N \times V_{\max}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{rumus 4})$$

Keterangan : I = Intensitas serangan
 n_i = Jumlah daun tanaman pada tiap kategori serangan
 v_i = Nilai skala dari setiap kategori serangan
 V_{\max} = Nilai kategori serangan tertinggi
 N = Jumlah daun yang diamati

Untuk menghitung efektivitas pada daun terserang, maka digunakan rumus 3.

Penetapan skala penyakit bercak bakteri pada tanaman tomat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Skala serangan penyakit bercak bakteri pada tanaman tomat

Skala	Tingkat serangan pada daun	Ukuran bercak
0	Tidak ada serangan	tidak ada
1	Serangan sedikit	< 1 mm
2	Serangan sedang	$\geq 1 \leq 2$ mm
3	Serangan berat	$\geq 2 < 3$ mm
4	Serangan berat sekali	> 3 mm

Sumber : Habazar, 1989

Tabel 2. Kriteria serangan *Xav* pada daun tomat mengacu pada kriteria serangan *Xag* pada daun tanaman kedelai

Intensitas Penyakit (%)	Kriteria Ketahanan
0	Sangat tahan
1-5	Tahan
6-10	Agak tahan
11-25	Agak rentan
25-50	Rentan
>50	Sangat Rentan

Sumber : Sivan dan Chet, 1986 *cit* Habazar *et al.*, 2010

3.5.2 Pertumbuhan Tanaman

a. Persentase Muncul Lapang Bibit Tomat

Daya muncul lapang ditentukan dengan melakukan pengamatan terhadap persentase bibit yang muncul pada permukaan tanah. Menurut Kamil (1986) pengamatan dimulai dari benih ditanam sampai tidak ada lagi bibit yang muncul pada permukaan tanah (15 hst). Persentase muncul lapang ditentukan dengan rumus 5:

$$P = \frac{b}{B} \times 100\% \quad \dots\dots\dots \text{(rumus 5)}$$

Keterangan : P = Persentase muncul lapang
b = Jumlah bibit yang muncul
B = Jumlah benih yang disemai

b. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman tomat dimulai pada waktu tanaman berumur 14 hari setelah tanam (mulai dari pembibitan) sampai tinggi tanaman konstan yaitu pada umur 90 hst dengan interval 1 x 7 hari. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan Rumus 1.

c. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun tanaman tomat dimulai pada waktu tanaman berumur 14 hst dengan interval waktu 1 x 7 hari, bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan rumus 1.

d. Muncul Bunga Pertama

Saat muncul bunga pertama dilakukan pada hari pertama bunga setiap tanaman muncul. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan rumus 1.

e. Berat Buah

Pengamatan berat buah tomat merupakan total berat buah sampai panen terakhir. Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol positif dihitung dengan rumus 1.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1. Perkembangan Penyakit Bercak Bakteri

4.1.1.1 Masa Inkubasi

Masa inkubasi *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda. Hampir semua isolat bakteri endofit mampu memperlambat masa inkubasi *Xav* yaitu 3,6 – 5,6 hari dibandingkan kontrol dengan efektivitas 5,55 – 55,55%. Isolat TPE 2.3.1 merupakan isolat terbaik dalam memperlambat masa inkubasi yaitu 5,6 his dengan efektivitas penekanan penyakit 55,55%.

Tabel 3. Masa inkubasi *Xav* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus.

Isolat	Masa Inkubasi <i>Xav</i> (Hsi)	Efektivitas (%)
TpE 2.3.1	5,60	55,55
AgE 3.4.2	5,00	38,89
TpE 2.3.2	4,80	33,33
TdE 1.1.1	4,60	27,78
TpE 2.4.1	4,60	27,78
TpE 2.4.2	4,60	27,78
AgE 3.2.2	4,20	16,67
TdE 2.1.2	4,20	16,67
TdE 1.3.2	3,80	5,55
AgE 3.3.1	3,60	0,00
Kontrol	3,60	0,00
KK = 27,38%		

4.1.1.2 Persentase Daun Terserang

Persentase daun terserang *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata diantara isolat, setelah diuji dengan DNMRD taraf 5% hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Semua isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan persentase daun terserang *Xav* dibandingkan kontrol. Isolat TpE 2.3.1 dapat menekan persentase daun terserang *Xav* dengan nilai efektivitas penekanan penyakit tertinggi yaitu 34,89%.

Tabel 4. Persentase daun terserang *Xav* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (66 hsi).

Isolat	Daun Terserang <i>Xav</i> (%)	Efektivitas (%)
Kontrol	90,22 a	0,00
AgE 3.3.1	73,69 b	18,85
AgE 3.2.2	71,75 b	20,95
TpE 2.4.2	68,89 bc	24,14
TdE 2.1.2	66,67 bcd	26,58
TpE 2.4.1	66,03 bcd	27,29
TdE 1.1.1	65,61 bcd	27,75
TpE 2.3.2	62,21 cd	31,45
AgE 3.4.2	60,01 d	33,92
TdE 1.3.2	59,94 d	33,99
TpE 2.3.1	59,12 d	34,89

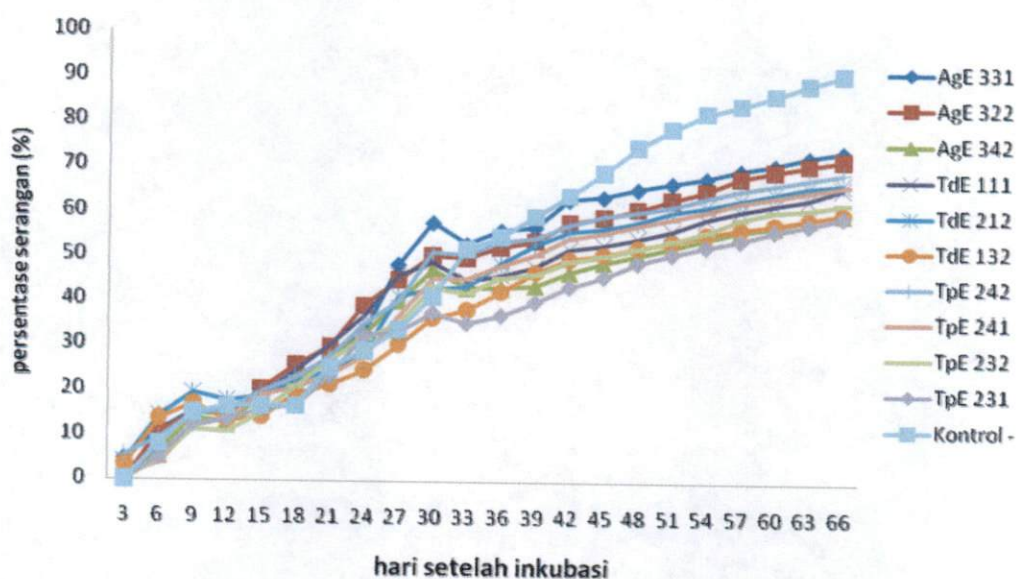
KK = 10,10%

Angka – angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut DNMRD pada taraf 5 %



Gambar 4. Gejala bercak bakteri pada daun tomat (40 hsi)

Grafik perkembangan persentase daun terserang *Xav* dapat dilihat pada Gambar 5. Pada awal pengamatan terlihat bahwa semua isolat mempunyai kemampuan yang sama dalam menekan perkembangan persentase daun yang terserang *Xav* dibandingkan dengan kontrol sampai 27 hsi. Isolat AgE 3.3.1 mengalami peningkatan melebihi kontrol pada 30 hsi. Pada hari ke 30-33 hsi terlihat terjadi penurunan intensitas serangan *Xav* pada tanaman tomat. Hari ke 33 hsi perkembangan persentase tanaman yang terserang *Xav* mulai stabil. Pada hari ke 42-66 hsi persentase serangan pada kontrol meningkat relatif lebih cepat, sedangkan perlakuan relatif stabil. Isolat bakteri endofit indigenus terbaik dalam menekan persentase daun terserang bercak bakteri adalah isolat TPE 2.3.1 dengan efektivitas penekanan 34,89%.



Gambar 5. Perkembangan persentase daun tomat yang terserang *Xav* (66 hsi)

4.1.1.3. Intensitas Daun Terserang

Intensitas daun terserang *Xav* yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata diantara isolat, setelah diuji dengan DNMRT taraf 5 % hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7. Semua isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan

intensitas daun terserang dibandingkan kontrol. Isolat terbaik dalam menekan intensitas daun terserang *Xav* adalah isolat TPE 2.3.1 dengan efektivitas 36,61 %.

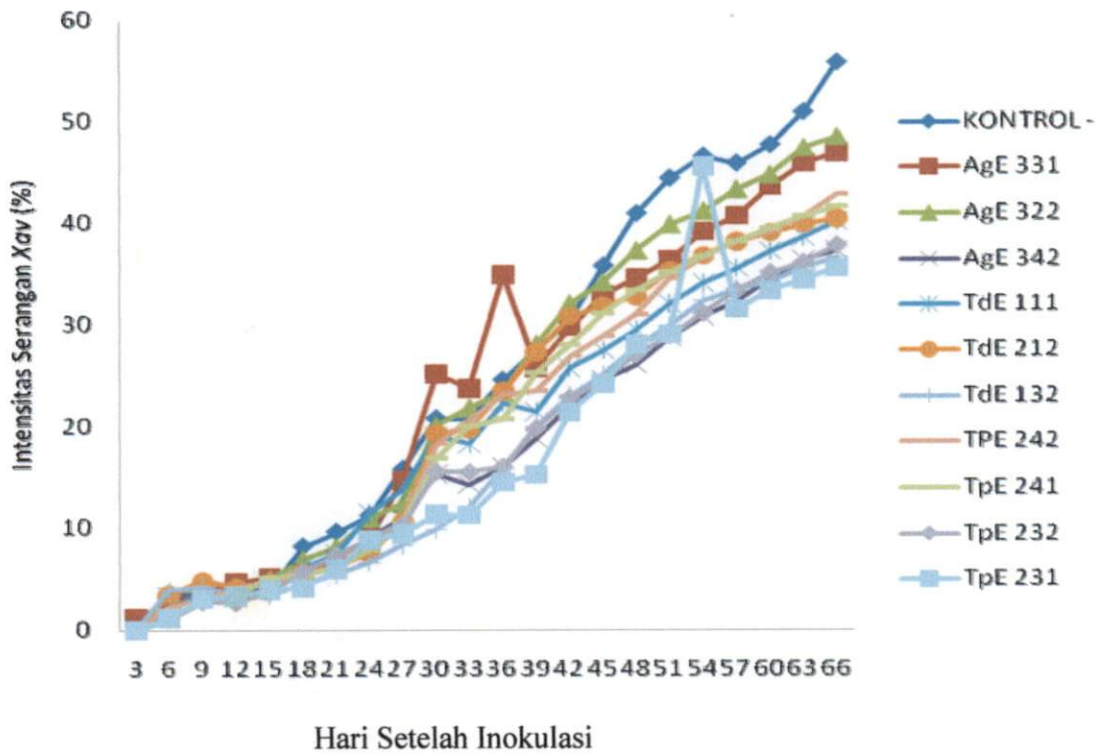
Tabel 5. Intensitas daun terserang *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (66 hsi).

Isolat	Intensitas daun terserang <i>Xav</i> (%)		Efektivitas (%)	Kategori Ketahanan
Kontrol	55,72	a	0,00	Sangat Rentan
AgE 3.2.2	48,29	b	13,32	Rentan
AgE 3.3.1	46,79	bc	16,03	Rentan
TpE 2.4.2	42,68	bcd	23,4	Rentan
TpE 2.4.1	41,49	bcde	25,54	Rentan
TdE 2.1.2	40,36	cde	27,57	Rentan
TdE 1.1.1	40,07	cde	28,07	Rentan
TpE 2.3.2	37,73	de	32,29	Rentan
AgE 3.4.2	37,21	de	33,22	Rentan
TdE 1.3.2	36,55	de	34,4	Rentan
TpE 2.3.1	35,49	e	36,31	Rentan

KK =13,39%

Angka – angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5 %

Grafik perkembangan intensitas daun terserang *Xav* pada tanaman tomat yang diintroduksikan dengan bakteri endofit indigenus dapat dilihat pada Gambar 6. Pada awal pengamatan terlihat semua isolat memiliki kemampuan yang sama dalam menekan intensitas daun terserang *Xav* sedangkan kontrol berada dibawah perlakuan sampai 9 hsi. Peningkatan intensitas daun terserang *Xav* tertinggi terjadi pada 27-33 hsi. Pada hari ke 33 hsi terlihat intensitas serangan *Xav* berfluakuasi sampai 42 hsi. Isolat TPE 2.3.1 mengalami peningkatan intensitas serangan yag tajam pada 51-54 hsi dan menurun pada 54-57 hsi. Pada hari ke 57 hsi isolat TpE 2.3.1 memperlihatkan intensitas serangan terendah diantara semua perlakuan sampai akhir pengamatan (66 hsi).



Gambar 6. Perkembangan intensitas daun tomat yang terserang *Xav* (66 hsi)

4.1.2 Pertumbuhan Tanaman

4.1.2.1 Daya Muncul Lapang

Daya muncul lapang benih tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat endofit indigenus dapat dilihat pada Tabel 6. Hampir semua isolat mampu mempercepat daya muncul lapang tomat dibandingkan kontrol dengan persentase tertinggi 100% dan efektivitas 11,11%. Introduksi isolat AgE 3.4.2, TdE 1.1.1, TdE 1.3.2, TpE 2.3.2, TpE 2.3.1, TpE 2.4.2, TpE 2.4.1, mampu meningkatkan daya kecambah benih tomat 7,5% dibandingkan dengan hasil uji daya kecambah menggunakan metode *Standar Germination Test* (92,5%), sedangkan 3 isolat lainnya memperlihatkan daya muncul lapang yang lebih rendah dibandingkan uji daya kecambah.

Tabel 6. Persentase daya muncul lapang benih tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus 14 hst.

Isolat	Muncul Lapang (%)	Efektivitas
AgE 3.3.1	90	0,00
AgE 3.2.2	90	0,00
AgE 3.4.2	100	11,11
TdE 1.1.1	100	11,11
TdE 2.1.2	90	0,00
TdE 1.3.2	100	11,11
TpE 2.3.2	100	11,11
TpE 2.3.1	100	11,11
TpE 2.4.2	100	11,11
TpE 2.4.1	100	11,11
Kontrol	90	0,00

4.1.2.2 Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata diantara isolat, tetapi efektivitas masing-masing perlakuan berbeda (Lampiran 6). Isolat TPE 2.4.2 menunjukkan efektivitas tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan kontrol yaitu 13,06 %. Perkembangan tinggi tanaman tomat dapat dilihat pada Lampiran 7a.

Tabel 7. Tinggi tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst).

Isolat	Tinggi Tanaman (cm)	Efektivitas
TpE 2.4.2	226,80	13,06
TdE 2.1.2	223,50	11,41
TpE 2.3.2	221,60	10,47
TpE 2.4.1	221,20	10,27
TdE 1.1.1	220,80	10,07
AgE 3.3.1	220,00	9,67
TdE 1.3.2	218,20	8,77
AgE 3.2.2	217,20	8,27
AgE 3.4.2	216,00	7,68
TpE 2.3.1	214,20	6,78
Kontrol	200,60	0,00
KK = 6,86%		



Gambar 7. Tinggi tanaman tomat A (Kontrol), B (isolat TpE 2.3.1) 44 hst

4.1.2.2 Jumlah Daun

Jumlah daun tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata (Lampiran 6) dengan efektivitas yang bervariasi diantara semua isolat. Semua isolat mampu meningkatkan jumlah daun tanaman tomat. Isolat TdE 1.3.2 merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan jumlah daun tanaman tomat dengan efektivitas 23,08%. Perkembangan jumlah daun tanaman tomat dapat dilihat pada Lampiran 7b.

Tabel 8. Jumlah daun tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst).

Isolat	Jumlah Daun (helai)	Efektivitas (%)
TdE 1.3.2	35,20	23,08
TdE 2.1.2	34,75	21,50
AgE 3.4.2	34,00	18,88
TpE 2.3.2	33,60	17,48
TpE 2.4.1	33,00	15,38
TPE 2.3.1	32,80	14,68
TpE 2.4.2	32,80	14,68
AgE 3.3.1	32,00	11,89
AgE 3.2.2	31,20	9,09
TdE 1.1.1	31,00	8,39
Kontrol	28,60	0,00
KK = 9,17%		

4.1.2.2 Muncul Bunga

Introduksi isolat bakteri endofit indigenus pada tanaman tomat memperlihatkan pengaruh tidak berbeda nyata diantara isolat pada saat muncul bunga pertama (Lampiran 6). Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9. Isolat TpE 2.3.1 mampu mempercepat muncul bunga dengan efektivitas 13,75%. Isolat TdE 2.1.2 menunjukkan saat muncul bunga terendah dengan efektivitas bernilai negatif yaitu -3,13%.

Tabel 9. Saat muncul bunga pertama tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus

Isolat	Hari muncul bunga (hst)	Efektivitas
TdE 2.1.2	66,00	-3,13
Kontrol	64,00	0,00
TpE 2.4.1	63,80	0,31
TdE 1.1.1	63,20	1,25
AgE 3.2.2	60,00	6,25
TdE 1.3.2	58,20	9,06
TpE 2.4.2	57,60	10,00
TpE 2.3.2	57,80	9,69
AgE 3.3.1	56,80	11,25
AgE 3.4.2	56,80	11,25
TpE 2.3.1	55,20	13,75
KK = 8,01%		

4.1.2.4 Berat Buah

Introduksi isolat bakteri endofit indigenus pada tanaman tomat menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata diantara isolat dalam meningkatkan berat buah tomat (lampiran 6). Isolat TdE 1.3.2 mampu meningkatkan berat buah tomat dibandingkan kontrol dengan efektivitas 49,23%, sedangkan isolat TpE 2.3.2 menunjukkan berat buah terendah dibandingkan kontrol dengan efektivitas -40,14%.

Tabel 10. Berat buah tanaman tomat yang diintroduksi dengan beberapa isolat bakteri endofit indigenus (90 hst).

Isolat	Berat Buah (g)	Efektivitas
TdE 1.3.2	61,41	49.23
TdE 1.1.1	54,49	32.42
TdE 2.1.2	44,62	8.43
Kontrol	41,15	0,00
AgE 3.3.1	39,15	-4.86
AgE 3.4.2	37,57	-8.70
TpE 2.4.1	35,97	-12,59
TpE 2.4.2	35,97	-12,59
TpE 2.3.1	30,08	-26,87
AgE 3.2.2	27,03	-34,31
TpE 2.3.2	24,63	-40,14
KK= 79,36%		

4.1 Pembahasan

Hasil pengujian 10 isolat bakteri endofit indigenus yang telah diintroduksi pada tanaman tomat, menunjukkan bahwa isolat endofit indigenus mampu menekan perkembangan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Isolat TpE 2.3.1, mampu menekan masa inkubasi *Xav* yaitu 5,6 hsi dengan efektivitas 55,55 %. Hal ini diduga karena agens penginduksi ketahanan yang diintroduksi pada tanaman tomat menghasilkan senyawa penghambat patogen. Umumnya tanaman yang diimunisasi dapat bereaksi cepat dengan adanya agens penginduksi ketahanan dan mengaktifasi mekanisme pertahanan terhadap patogen pada tanaman rentan bersifat laten atau munculnya terlambat (Rahma, 2000). Introduksi isolat *Pseudomonas fluerecens* (*Pf*) pada benih tomat dapat memperlambat masa inkubasi *Xav* pada daun tomat sampai 30%. Perbedaan lamanya masa inkubasi bakteri dapat disebabkan oleh tingkat ketahanan tanaman yang berbeda-beda. Pada tanaman yang tahan sel bakteri dalam ruang antar sel daun terhambat, sehingga masa inkubasi bakteri *Xav* pada daun dapat diperlambat. Pada tanaman yang rentan bakteri dapat berkembang dengan cepat karena kococokan patogen dengan tanaman inangnya (kompatibel). Lamanya masa inkubasi pada isolat *Pf* diduga karena isolat tersebut

mampu menginduksi ketahanan tomat (Resti, 2001). Menurut Habazar dan Rivai (2000), lamanya periode masa inkubasi tergantung pada beberapa faktor seperti cara bakteri masuk memasuki tanaman, kepadatan inokulum, tipe penyakit, tanaman inang dan faktor lingkungan (suhu dan kelembaban).

Persentase dan intensitas serangan X_{av} pada tanaman tomat yang diintroduksi isolat endofit indigenus lebih rendah dibandingkan kontrol. Isolat TpE 2.3.1 merupakan isolat terbaik dalam menekan persentase dan intensitas daun terserang dengan efektivitas penekanan penyakit 34,89% dan 36,31%. Perlakuan benih dengan isolat-isolat Pf dapat menyebabkan penekanan intensitas serangan X_{av} pada tomat, dengan efektivitas penekanan tertinggi 22,94% (Resti, 2010). Diana (2011) melaporkan bahwa introduksi isolat endofit indigenus (ST4E2.1, ST4E1.1) menekan persentase dan intensitas serangan penyakit pustul bakteri dengan efektivitas 30,59% dan 43,03%. Isolat endofitik BTB (dari tanaman tomat) dan BP24 (dari tanaman kentang) yang diperlakukan pada benih kakao dapat mengendalikan penyakit busuk buah (Melnick, Zidack, Bailey, Maximova, Gultinan, and Backman, 2007). Rizobakteria sangat agresif dalam mengkolonisasi akar, menggantikan tempat mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit tanaman Burr (1978), *cit.*, Khairul (2001).

Introduksi isolat bakteri endofit indigenus pada tanaman tomat selain dapat menekan perkembangan penyakit bercak bakteri, juga mampu memacu pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Sepuluh isolat bakteri endofit indigenus memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan kontrol. TdE 1.3.2 merupakan isolat terbaik dibandingkan kontrol dalam meningkatkan jumlah daun tanaman dengan efektivitas 23,08%. Pada fase generatif, isolat TpE 2.3.1 mampu mempercepat muncul bunga dengan efektivitas 13,75%. Selain itu, introduksi isolat bakteri endofit indigenus juga meningkatkan produksi buah tomat. Isolat TpE 2.3.2 merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan hasil panen buah tomat dengan efektivitas 40,14%. Hal ini diduga karena bakteri endofit indigenus dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon pertumbuhan. Rizobakteria endofitik dari tanaman kacang tanah kelompok *Bacillus* sp dapat meningkatkan perkembangan

dan pertumbuhan tanaman itu sendiri karena bersifat PGPR (Bai *et al.*, 2005). Beberapa mikroba tanah mampu menghasilkan hormon tanaman yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, hormon yang dihasilkan akan diserap oleh tanaman sehingga tanaman akan tumbuh lebih cepat atau lebih besar. Liu, Klopper dan Tuzun (1995) menyatakan bahwa adanya pertambahan tinggi tanaman disebabkan karena kelompok bakteri rizobakteria dapat menghasilkan hormon auksin dan giberalin. Hormon tersebut akan memacu pertumbuhan tanaman sehingga mempengaruhi tinggi, berat basah dan berat kering tanaman. Beberapa organisme antagonis berfungsi sebagai pengendali hayati, pemacu pertumbuhan dan penginduksi ketahanan terhadap patogen (Klopper *et al.*, 1999).

Perlakuan yang nilainya dibawah kontrol menunjukkan bahwa isolat rizobakteria tidak mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dibanding dengan kontrol. Hal ini terjadi karena kemampuan suatu isolat rizobakteria dalam mengendalikan penyakit tidak selalu sejalan dengan kemampuannya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pada kondisi yang berbeda, suatu isolat dapat memacu pembentukan hormon tumbuh yang maksimal sehingga merangsang pertumbuhan tanaman, sementara isolat yang lain memacu dalam pembentukan senyawa metabolit sekunder yang bersifat antimikroba yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen, sehingga masing-masing tumbuhan yang diintroduksi dengan isolat rizobakteria yang berbeda memiliki respon pertumbuhan dan ketahanan terhadap patogen juga berbeda. Dewi (2007) melaporkan bahwa *Pseudomonas fluorescens* dipilih untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil dari tanaman kentang, tetapi aplikasi ini gagal mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kemampuan suatu isolat rizobakteria dalam mengendalikan penyakit tidak selalu paralel dengan kemampuannya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini terjadi karena adanya hormon yang menghambat pertumbuhan tanaman (Habazar *et al.*, 2007). Istilah pengatur pertumbuhan tanaman meliputi kategori yang luas. Dalam jumlah sedikit saja telah dapat merangsang menghambat atau sebaliknya mengubah proses fisiologis (Dewi, 2007).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Introduksi isolat bakteri endofit indigenus mampu menekan serangan *Xav* dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat.
2. Isolat TpE 2.3.1, AgE 3.4.2, dan TpE 2.3.2 mampu menekan serangan *Xav* dengan efektivitas 42,11%, 30,42% dan 27,29%
3. Isolat TdE 1.3.2, TdE 1.1.1 dan TpE 2.4.2 mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dengan rata-rata efektivitas peningkatan 20,25,%, 12,65%, dan 10,19%.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan penelitian terhadap isolat endofit indigenus yang mampu menekan perkembangan penyakit bercak bakteri dan yang mampu meningkatkan hasil di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. Academic Press. New York. London.
- Amrin, Y. 1998. Penyebaran penyakit bercak bakteri (bacteria spot) yang disebabkan oleh *Xanthomonas* (Doige) Dowson di beberapa sentra produksi tomat di Sumatera Barat. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Araujo, L. W. Marcon, J. Maccheroni, J. Jr., Ellas van, D. J. Vuurde van, L. W. and Azevedo, L. J., 2002 and Lacava *et al*, 2004. Diversity of Endophytic Bacterial Population and Their Intraction With *Xylella fastidiosa* in Citrus Plants.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2009. Statistik Indonesia.
- Bai, Y., Lee, K.D., Smith, D., H.S., and Supanjani. 2005. Isolation of Planth Growth-promoting endophytic Bacteria from Bean Nodules. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1 (3) : 235-236.
- Bounario, R., V.M Starvato and M. Scortichini. 1994. Characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from *Capsicum annum*. L in Italy. Plant Dis. 78:296-299.
- Buttner D., . Noel Laurent. Thieme frank and Bonas U. 2003. Genomic approaches in *xanthomonas axonopodis* pv *vesicatoria* allow fishing for virulence genes. Institute fiir Genetik, Marthin-Luther-Universal Halle-Wittenberg, D-06099 Halle (Saale), Germany. Received 28 March 2003 ; received in revised form 18 June 2003 ; accepted 16 july 2003.
- Chen, Bauske, Kabana and Kloepper. 1995. Biological Control of Fusarium Wilt on Cotton by Use Endofitic Bacteria. www.knowledgebank.irri.org
- Dewi, I.R.A. 2007. Rhizobacteria Pendukung Pertumbuhan Tanaman (*plant growth promotoring rhizobacteria*). Makalah. Fakultas Pertanian. Universitas padjadjaran. Jatinangor.
- Diana, A. 2011. Induksi Ketahanan Tanaman Kedelai Menngunakan Isolat Bakteri Endofit Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Diniyah, S. 2010. Potensi Isolat Bakteri Endofit Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) dan Jamur (*Fusarium* sp dan *Phytophthora*

- infestans*) Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman. [Skripsi] Fak. Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Doolittle, S.P., Taylor, A. L., and Danielson, L. L. 1978. Tomato disease and their control. U.S. Department of Agriculture. 10 p.
- EPPO quarantine pest . 2003. Prepared by CABI and EPPO for the EU. Data Sheets on Quarantine Pests. *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* . www.eppo.org/Xanthomonas_vesicatoria/XANTVEDs.pdf-Similar [Juni 2010].
- Gotto. M. 1992. Fundamental of bacterial plant pathology. Academic Press. Inc. Sydney Tokyo Toronto.
- Habazar, T., Rivai, F. 2004. Bakteri Patogenik Tumbuhan. Padang. Andalas University Press.
- Habazar, T. 2005. Pemanfaatan dan Pengembangan Bakteri Sebagai Agens Pengendalian Hayati. Makalah dalam "Pelatihan Pertanian Berkelanjutan" di Padang tgl. 16-19 November.
- Habazar, T. Dan Yaherwandi. 2006. Pengendalian Hama dan Penyakit Tumbuhan. Padang. Andalas University Press. 390 hal.
- Habazar, T., Nasrun, Jamsri, dan Rusli, I. 2007. Pola Penyebaran Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *alii*) pada Bawang merah an Upaya Pengendalian Melalui Imunisasi Menggunakan Rizobakteria. Laporan Hasil penelitian: Padang.
- _____. 2008. Pola Penyebaran Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *alii*) pada Bawang Merah dan Upaya Pengendaliannya Melalui Imunisasi Menggunakan Rizobakteria. Laporan Hasil Penelitian: Padang.
- Habazar, T, Yusniwati, Yanti, T, Resti, Z. 2010. Pengembanagan Teknologi Penapisan Rhizobacteria Indigenus Secara In Planta untuk Mengendalikan Bakteri Patogen Tanaman. Laporan Penelitian Hibah Kompetensi. Padang.
- Hafizah, F. 2009. Introduksi Bakteri Rizosfer Indigenus dan Peggunaan Mulsa pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) untuk Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Bakteri. Skripsi. Fakultas Pertnian Universitas Andalas Padang.

- Hallmann I. 2001. Plant interaction with endophytic bacteria. In: Jeger MI, Spence NJ (ed). *Biotic Interactions in Plant Pathogen Associations*. CAB International. p 87-119.
- Hamzah, A. 1993. Manual Identifikasi Bakteri. Pusat Karantina Pertanian. Departemen Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- James, E. K. And Olivares 1997. Infection and Colonization of Sugar Cane and Other Graminaceous Plants by Endophytic Diazotrophs. *Critical Reviews in Plant Science* 17:77-199.
- Khairul, U. 2001. Pemanfaatan Bioteknologi untuk Meningkatkan Hasil Pertanian. <http://www.Tumouto.net/3-Sem 1/02/U/Khairul.htm>.
- Khamariah. 2010. Efektifitas Beberapa Isolat *Bacillus subtilis* Endofit indigenus Dalam Menekan Serangan dan Perkembangbiakan Nematoda Bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* MILL). [Skripsi] Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Klement, Z.K, Rudolph and D.C Sands. 1990. *Methods in Phytobacteriology*. Academiai Kiado: Budapest.
- Kloepper J.W, Rodriguez-Kabana R, McInroy JA, Young RW. 1992. Rhizosphere Bacteria antagonists to soybean cyst (*Heterodera glycines*) and root knot (*Meloidogyne incognita*) nematodes: identification by fatty acid analysis and foliar diseases. *Australian Plant Pathology* 28:21-26.
- Kloepper, J.W. 1999. Plant Root-Bacterial Interaction in Biological Control of Soilborne Diseases and Potential Extension to Systemic and foliar Diseases. *Australian Plant Pathology*. 28: 21-26.
- Liu, L., J.W. Kloepper and S. Tuzun. 1995. Induction of Systemic Resistance in Cucumber Against Bacterial Angular Leaf Spot by Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Phytopathology*. 85. 843-846.
- Manuella, M., A. Suwanto dan B. Tjahjono. 1997. Keefektifan Biokontrol *Pseudomonas fluorescens* B29 Terhadap *Xanthomonas campestris* pv *glycines* in Planta. Hayati, April. Hlm 12-16.
- Mardinus. 1996. Penyakit Benih dan Gangguan Pasca Panen. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Melnick, R.L., Zidack, N.K., Bailey, B.A., Maximova, S.N., Gultinan, M., Backman, P.A. 2007. Bacterial Endophytes; *Bacillus* spp from Annual Crops as

Potential Biological Control agents of Black Pod rot of Cacao. Plant Pathology. 1:1-11.

Mc. Carter, S.M. 1992. Effects of bactericide treatment on bacterial spot severity and yield of different pepper genotypes and on population of certain insects. Plant Dis 76:1042-1045.

National Bank For Agriculture. 2007. Produktivitas tomat.

Nawangsih, A. A, 2007. Penyakit Pisang Dapat Ditekan Dengan Bakteri Endofit.

Osra, Y.E.C., 2009. Introduksi Rizobakteria Endofitik Indigenus Dan Penggunaan Mulsa Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) Untuk Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Persada, H. 2001. Hubungan tingkat Serangan Penyakit Bercak Bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pada Buah dengan Tingkat Kerusakannya pada Bibit Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). [skripsi]. Fakultas pertanian Universitas Andalas. Padang. 53 hal.

Pudjiatmoko. 2008. Budi Daya Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). <http://atanitokyo.blogspot.com> (Akses : 19 Agustus 2010).

Pusat Karantina Pertanian. 1993. Daftar Organisme Pengganggu Tumbuhan Penting yang Telah Dilaporkan Terdapat dalam Wilayah Republik Indonesia. Jakarta. 200 hal.

Rajendran, L. 2006. Endophytic Bacterial Induction of Defence Enzymes Against Bacterial Blight of Cotton.

Rahma, H. 2000. Studi Peningkatan Ketahanan Tanaman Kedelai Terhadap Penyakit Pustul Bakteri Menggunakan *Pseudomonas* yang Berfluoresensi [Thesis]. Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.






Resti, Z. 2001. Potensi Bakteri *Pseudomonas* yang Berfluoresensi dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Tomat terhadap Penyakit Bercak Bakteri (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*). Thesis. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.






Rukmana, R. 1994. Tomat dan Cherry. Kanisus. Yogyakarta. 84.

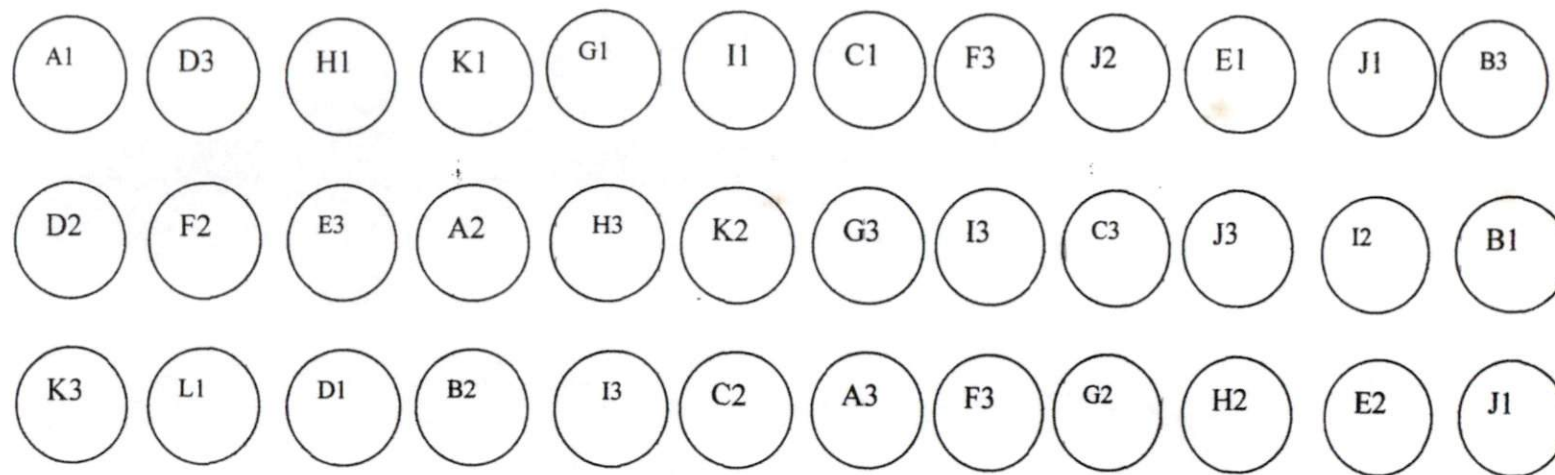
- Rosenblueth, M dan Martínez-Romero, E. 2006. *The American Phytopathological Society*. MPMI Vol. 19, No. 8:827–837.
- Saraswati, Rasti dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Balai Penelitian Tanah dan Profesor Riset pada Puslitbang Tanaman Pangan.
- Schaad, N. W. 1988. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 2nd Ed. The American Phytopathological Society. St.Paul. Minnesota.
- Semangun, H. 1994. Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Shiomi, Silva, Melo, Nunes and Bettiol. 2006. Bioprospecting Endophytic Bacteria for Biological Control of Coffe Leaf Rust. Embrada Meio Ambiente – Lab de Microbiologia Ambiental, C.P. 69 – 13820-000-Jaguariuna, SP – Brazil.
- Situs hijau. 2003. Tomat, Buah Sayur penghasil Uang http://www.situshijau.co.id/tulisan.php?act=detail&id=226&id_kolom=1 (Akses 16 Agustus 2010).
- Susilowati. 2003. Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat Pemacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung. Hal 130.
- Supramana, Supriadi dan R. Harni. 2007. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Untuk Mengendalikan Nematoda Peluka Akar (*Prathylenchus brachyurus*) Pada Tanaman Nilam. Proteksi tanaman Paferta. IPB. <http://web.ipb.ac.id/> [21 Juni 2010]
- Swing, J., L. Vauterin and K. Kersters. 1993. The Bacterium *Xanthomonas*. In *Xanthomonas* : Swing J. G. and E. L Civerolo. (ed). 1993. Published by Chapman and Hall. London. Pp 121-146.
- Stall, R. E. 1993. *Xantomonas campestris* pv. *vesicatoria* cause of bacterial spot of tomato and paper. In Swing, J.G dan E.L civerolo (Ed). 1993. Published by Charpman and Hall. London.
- Trisno, J. 2010. Keanekaragaman Virus dan Peranan Rizobakteria Indigenus dari Geografis yang Berbeda dalam Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Daun Keriting cabai (*Capsicum annum*. L) [Disertasi]. Program Pascasarjana Unand Padang.
- Tugiyono, H. 2002. Bertanam Tomat. Penebar Swadaya. Jakarta. 37.

- Tioyudithoalmanzo. 2011. Peranan Bakteri Endofit Bagi Tanaman. Ojak-tioyudithoalmanzo.blogspot.com.[18-05-2011]
- Widodo. 2006. Peran Mikroba Bermanfaat dalam Pengelolaan Terpadu Hama dan Penyakit Tanaman. makalah disampaikan pada Aspresiasi Penanggulangan OPT Tanaman Sayuran, Nganjuk [3-6 Oktober 2006].
- Ziedan, E.H.E. 2006. Manipulating Endophytic Bacteria for Biological Control to Soil Borne Diseases of Peanut. National Research Center, Plant Pathology department, Dokki, Cairo, Egypt.
- Zinniel, D. K., Lambrecht, P., Harris, N. B., Feng, Z., Kuczmarski, D., Higley, P., Ishimaru, C. A., Arunakumari, A., Barletta, R. G., dan Vidaver1, A. K. 2002. *Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic Crops and Prairie Plants*. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 68, no. 5. American Society for Microbiology. Plant Pathology Department Papers in Plant Pathology.

Lampiran 2. Identitas Isolat Bakteri Endofit Indigenus

No	Kode	Gambar	Asal Isolat	Morfologi	Uji Gram
1	TdE 132		Kecamatan Danau Kembar	Kuning, cembung, diameter 4 mm	Negatif
2	TdE 212		Kecamatan Danau Kembar	Merah, bulat, cembung, diameter 2 mm	Positif
3	TdE 111		Kecamatan Danau Kembar	Putih susu, bulat, diameter 3 mm	Negatif
4	TpE 241		Kecamatan Danau Kembar	Putih keruh mengkilat, bulat, datar, diameter 2 mm	Positif
5	TpE 231		Kecamatan Danau Kembar	Putih keruh, bulat, cembung, diameter 2 mm	Negatif

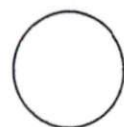
6	AgE 322		Kecamatan Danau Kembar	Putih susu, bulat, cembung, diameter 3 mm	Positif
7	TpE 232		Kecamatan Danau Kembar	Kuning, bulat, cembung, diameter 3 mm	Negatif
8	AgE 331		Kecamatan Danau Kembar	Kuning pudar, cembung, diameter 4 mm	Positif
9	TpE 242		Kecamatan Danau Kembar	Irreguler, putih keruh mengkilat, datar, diameter 4 mm	Negatif
10	AgE 342		Kecamatan Danau Kembar	Merah, bulat, cembung, diameter 2 mm	Negatif

Lampiran 3. Denah Penelitian

Ket:

A,B,C ---- K = Perlakuan

1,2,3 = Ulangan



= Polibag

Lampiran 4. Deskripsi Tomat Varietas Martha

Tanaman	: Tomat hibrida
Tipe	: Indeterminate
Tempat Tumbuh	: Dataran Tinggi
Warna Buah Matang	: Merah Tua
Bentuk Buah	: Lonjong
Tekstur Buah	: keras sehingga cocok untuk transportasi jauh
Daya Simpan	: Lama
Umur Panen	: 80 HST
Bobot Panen	: 110-130 gr/buah
Potensi Panen	: 60-80 ton/ha

Lampiran 5. Sidik ragam masing-masing pengamatan

a. Masa inkubasi

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	10	18,98	1,89	1,30 ^{NS}	2,06
Sisa	44	64,40	1,46		
Total	54	83,38			

b. Persentase daun terserang

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	10	3961,09	396,11	8,48*	2,06
Sisa	43	2008,18	46,702		
Total	53	5969,27			

c. Intensitas daun terserang

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	10	1853,32	185,33	5,84*	2,06
Sisa	43	1364,70	31,74		
Total	53	3218,02			

d. Tinggi tanaman

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	10	2292,30	229,23	1,02 ^{NS}	2,06
Sisa	43	9618,20	223,68		
Total	53	11910,50			

e. Jumlah daun

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	10	172,69	17,27	1,93 ^{NS}	2,06
Sisa	43	384,35	8,94		
Total	53	557,04			

f. Muncul bunga pertama

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	10	684,55	68,45	0,63 ^{NS}	2,06
Sisa	44	1012,80	23,02		
Total	54	1697,35			

g. Berat Buah

Sumber	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	10	6137,50	6137,5	0,63 ^{NS}	2,06
Sisa	44	42759,20	971,80		
Total	54	48896,70			

Keterangan : NS = Berbeda tidak nyata

* = Berbeda nyata

Lampiran 6. Rekapitulasi isolat terbaik berdasarkan rata-rata efektivitas

a. Perkembangan Penyakit Bercak Bakteri

Isolat	Masa inkubasi (%)	Daun terserang (%)	Intensitas daun terserang (%)	Rata-rata
TpE 2.3.1	55,55	34,47	36,31	42,11
AgE 3.4.2	38,89	33,48	18,88	30,42
TpE 2.3.2	33,33	31,05	17,48	27,29
TdE 1.1.1	27,78	27,28	8,39	21,15
TpE 2.4.1	27,78	26,82	15,38	23,33
TpE 2.4.2	27,78	23,64	23,4	24,94
AgE 3.2.2	16,67	20,47	13,32	16,82
TdE 2.1.2	16,67	26,11	27,57	23,45
TdE 1.3.2	5,55	33,56	34,4	24,50
AgE 3.3.1	0,00	18,32	16,03	11,45
Kontrol -	0,00	0,00	0,00	0,00

b. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Isolat	Muncul lapang bibit tomat (%)	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Muncul bunga	Berat buah	Rata-rata
TpE 2.3.1	11,11	6,78	14,68	13,75	-26,87	3,89
AgE 3.4.2	11,11	7,68	18,88	11,25	-8,70	8,04
TpE 2.3.2	11,11	10,47	17,48	9,69	-40,14	1,76
TdE 1.1.1	11,11	10,07	8,39	1,25	32,42	12,65
TpE 2.4.1	11,11	10,27	15,38	0,31	-12,59	4,90
TpE 2.4.2	11,11	13,06	14,68	10,00	-12,59	10,19
AgE 3.2.2	0	8,27	9,09	6,25	-34,31	-2,14
TdE 2.1.2	0	11,41	21,50	-3,13	8,43	7,64
TdE 1.3.2	11,11	8,77	23,08	9,06	49,23	20,25
AgE 3.3.1	0	9,67	11,89	11,25	-4,86	5,95
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lampiran 8. Komposisi media yang digunakan**a. Nutrient Agar (NA)**

<i>Beef extract</i>	3,0	gr
<i>Pepton</i>	5,0	gr
Agar	15,0	gr
Air	1000	ml

b. Nutrient Broth (NB)

<i>Beef extract</i>	3,0	gr
<i>Pepton</i>	5,0	gr
Air	1000	ml

c. Nutrient Glucose Agar (NGA)

<i>Beef extract</i>	3,0	gr
<i>Pepton</i>	5,0	gr
<i>Glucose</i>	10	gr
Agar	15,0	gr
Air	1000	ml

Sumber: Klement *et al* (1990).